

Réservoir de fluide cryogénique et utilisation dans un véhicule automobile

La présente invention concerne les réservoirs de fluide cryogénique, notamment de cryogène liquide, du type comprenant une enveloppe interne disposée dans une enveloppe externe avec interposition d'un espace d'isolation sous vide, les enveloppes ayant une configuration générale aplatie, par exemple parallélépipédique.

Pour des questions de logeabilité, les réservoirs embarqués, notamment dans des véhicules automobiles, doivent présenter des formes aplatis qui ne présentent pas les mêmes caractéristiques de tenue mécanique avantageuse que les formes sphériques ou cylindriques habituelles pour le stockage de fluides sous pression. De plus, les réservoirs embarqués doivent être capables de résister à des accélérations transversales importantes, ce qui pose des problèmes au niveau de la tenue mécanique des enveloppes, mais aussi de leur assemblage mutuel, ce dernier problème étant encore compliqué par les questions d'échange thermique entre les deux enveloppes.

La présente invention a précisément pour objet de proposer une structure de réservoir de fluide cryogénique liquide à double enveloppe alliant une grande résistance mécanique à une grande légèreté.

Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, le réservoir comprend au moins une structure tubulaire creuse reliant les deux faces principales de l'enveloppe interne et dans laquelle s'étend au moins un élément de liaison rigide, reliant les deux faces principales de l'enveloppe externe, et au moins deux éléments de liaison souple, reliant respectivement une face principale de l'enveloppe externe à une face principale de l'enveloppe interne.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- chaque élément de liaison souple relie une face principale d'une enveloppe à la face principale opposée de l'autre enveloppe,
- les éléments de liaison souples sont montés sous tension en traction entre des rotules d'extrémités.
- le réservoir comprend une pluralité d'éléments de liaison souple angulairement répartis autour de l'élément de liaison rigide.

La présente invention concerne également l'utilisation d'un tel réservoir pour le stockage d'un cryogène liquide utilisé comme source de puissance dans un véhicule automobile.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante d'un mode de réalisation, donnés à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe partielle verticale d'un réservoir selon l'invention de configuration générale parallélépipédique ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'une moitié d'enveloppe interne ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'une moitié d'enveloppe externe ; et
- la figure 4, est une vue en perspective du système de supportage de l'enveloppe interne dans l'enveloppe externe de la figure 1.

Sur la figure 1 on a représenté schématiquement (les épaisseurs des parois ne sont pas toutes à l'échelle) une portion d'une enveloppe de stockage interne, généralement désignée par la référence 1, disposée dans une enveloppe externe, généralement désignée par la référence 2, un espace d'isolation sous vide 3 étant ménagé entre les deux enveloppes 1 et 2.

Dans le mode de réalisation représenté, les enveloppes 1 et 2 présentent une configuration générale parallélépipédique, comme on le voit bien sur les figures 2 et 3, avec chacune des faces principales en vis à vis 4a et 4b pour l'enveloppe interne 1 et 5a, 5b pour l'enveloppe externe 2.

Les faces principales comportent au moins une, typiquement deux, dans les exemples représentés paires d'orifices en regard coaxiaux, 6 pour les parois de l'enveloppe interne 1, et 7 pour les parois de l'enveloppe externe.

Dans les orifices 6 de l'enveloppe interne 1 sont montées, typiquement par soudage plasma, des bagues d'extrémités annulaires 8 d'une structure tubulaire interne 9 assurant une liaison rigide entre les faces principales 4a et 4b de l'enveloppe interne 1 et au travers duquel s'étend un tube central 10 se prolongeant des deux côtés dans l'espace intermédiaire sous vide 3 et fixé, par soudage, par ses extrémités à épaulements 11 dans les faces planes en regard

de coupelles cylindriques 12 montées, typiquement par soudage plasma, dans les orifices 7 en regard des faces principales 5a et 5b de l'enveloppe externe 2.

Comme on le voit mieux sur la figure 4, les fonds des coupelles 7 et les bagues 8 comportent des orifices, 13,14, respectivement, permettant le passage de tirants 15 et servant extérieurement de logement pour des rotules de fixation et de serrage sous tension 16 de ces tirants 15.

Selon l'invention, comme on le voit bien sur les figures 1 et 4, les tubes rigides de liaison 9 et 10 assurent, pour chaque enveloppe, la reprise des efforts appliqués aux faces principales des enceintes internes et externes, et les tirants 15 ont chacun une extrémité reliée à une face principale (par exemple 5a) de l'enveloppe externe (via la coupelle 12) et l'autre extrémité reliée à la face principale opposée (dans cet exemple : 4b) de l'enveloppe externe 1 (via la bague 8). L'enveloppe interne se trouve ainsi totalement suspendue dans l'enveloppe externe, tout déplacement vertical entre les enveloppes étant interdit, tout déplacement latéral entre les enveloppes étant également interdit en doublant le système de supportage comme dans l'exemple représenté.

Comme représenté sur les figures 2 et 3, les enveloppes 1 et 2 sont nervurées pour augmenter leur rigidité, et l'enveloppe interne 1 comporte intérieurement une série de cloisons parallèles 17 verticales renforcées par des bossages 18 permettant d'effectuer des opérations de mise en vide du réservoir sans provoquer d'affaissement de ce dernier, s'étendant longitudinalement sur la majeure partie de la longueur de l'enveloppe 1 en ménageant des espaces pour les structures tubulaires 9.

Comme on le comprendra, avec l'agencement qui vient d'être décrit, les tendances à l'écrasement des enveloppes 1 et 2 sont reprises en compression par les entretoises rigides 9 et 10, respectivement, tandis que les tendances au gonflement de l'enveloppe interne 1, en raison des différentiels de pression de part et d'autre de ses parois, sont reprises en tensions équiréparties par les tirants 15 en conservant le caractère « flottant » de l'enveloppe 1.

Pour des applications de stockage dans des véhicules automobiles de combustible cryogénique liquide, tel que gaz naturel liquéfié ou hydrogène, les enveloppes 1 et 2 sont avantageusement réalisées en acier inoxydable d'une épaisseur inférieure à 4 mm, typiquement inférieure à 3 mm, sous forme de deux

demi-coques forgées, assemblées par leur plan méridien parallèle aux faces principales 4 et 5. Les tubes de liaison 9 et 10, les bagues 8 et les coupelles 7 sont également avantageusement en acier inoxydable et les tirants 15 sont avantageusement en torons de fibres non métallique, typiquement en verre époxy d'un diamètre n'excédant pas 5 mm. Dans ce mode de réalisation, on prévoit en alternance angulaire autour du tube 10, trois tirants 15 tendus entre les faces 5a et 4b et trois tirants tendus entre les faces 5b et 4a.

Bien que l'invention ait été décrite en relation avec un mode de réalisation particulier, elle ne s'en trouve pas limitée mais est susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après. En particulier, le réservoir peut, selon les besoins d'implantation *in situ*, présenter d'autres formes aplatis, par exemple en forme de disque, au moins partiellement de révolution, éventuellement oblong, ou segmenté en forme de pétales.

REVENDICATIONS

1. Réervoir de fluide cryogénique, comprenant une enveloppe interne (1) disposée dans une enveloppe externe (2) avec interposition d'un espace d'isolation sous vide (3), les enveloppes ayant une configuration générale aplatie, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une structure tubulaire (9), reliant les deux faces principales (4a, 4b) de l'enveloppe interne (1), et dans laquelle s'étend au moins un élément de liaison rigides (10) reliant les deux faces principales (5a, 5b) de l'enveloppe externe (2), et au moins deux éléments de liaison souples (15) reliant respectivement une face principale de l'enveloppe externe et une face principale de l'enveloppe interne.  
5
2. Réervoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément de liaison souple (15) relie une face principale d'une enveloppe à la face principale opposée de l'autre enveloppe.
3. Réervoir selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les éléments de liaison souple (15) sont montés en traction entre des rotules d'extrémité (16).  
15
4. Réervoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tubulaire (9) est solidaire de deux bagues d'extrémité (8) fixées aux faces principales (4a, 4b) de l'enveloppe interne (1).  
20
5. Réervoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de liaison rigide (10) est monté entre deux coupelles cylindriques (12) fixées aux faces principales (5a, 5b) de l'enveloppe externe (2).
6. Réervoir selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité d'éléments de liaison souples (15) angulairement répartis autour de l'élément de liaison rigide (10).  
25
7. Réervoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de liaison souples (15) sont constitués de torons de fibres non métalliques.
8. Réervoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les enveloppes (1 ;2) sont métalliques.  
30
9. Réervoir selon la revendication 8, caractérisé en ce que les enveloppes (1 ;2) sont réalisées en tôle d'épaisseur inférieure à 4 mm.

6

10. Utilisation d'un réservoir selon l'une des revendications précédentes pour le stockage de fluide cryogénique dans un véhicule automobile.

5

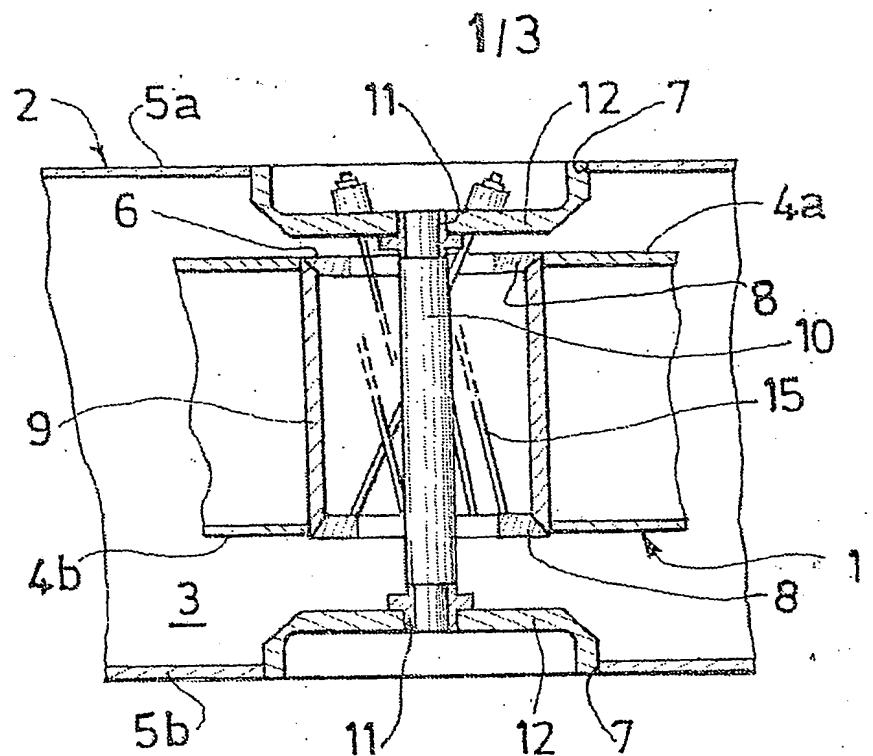


FIG.1

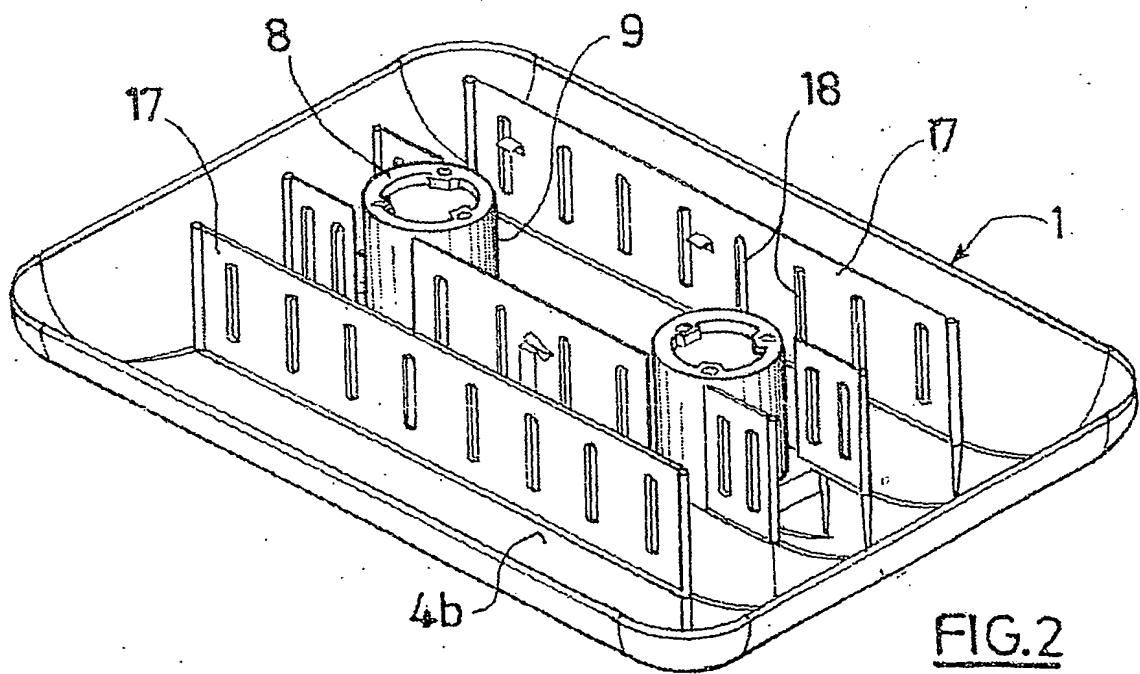


FIG.2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2 / 3

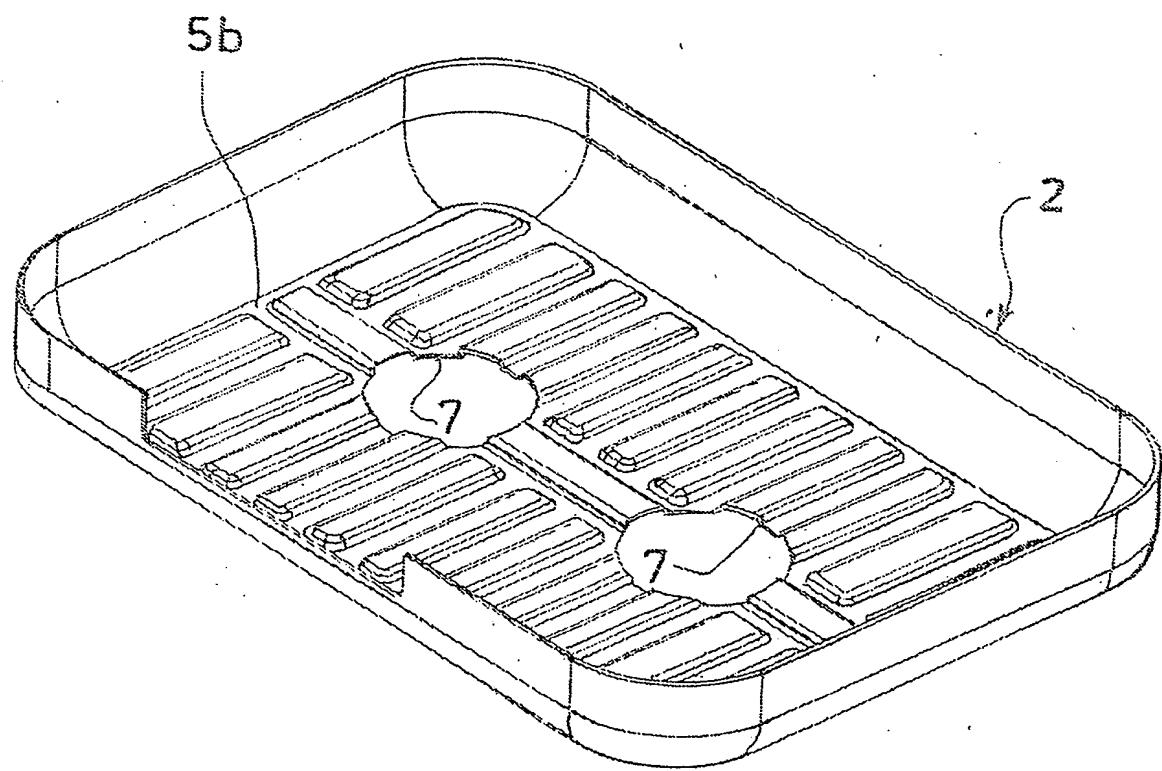


FIG.3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/3

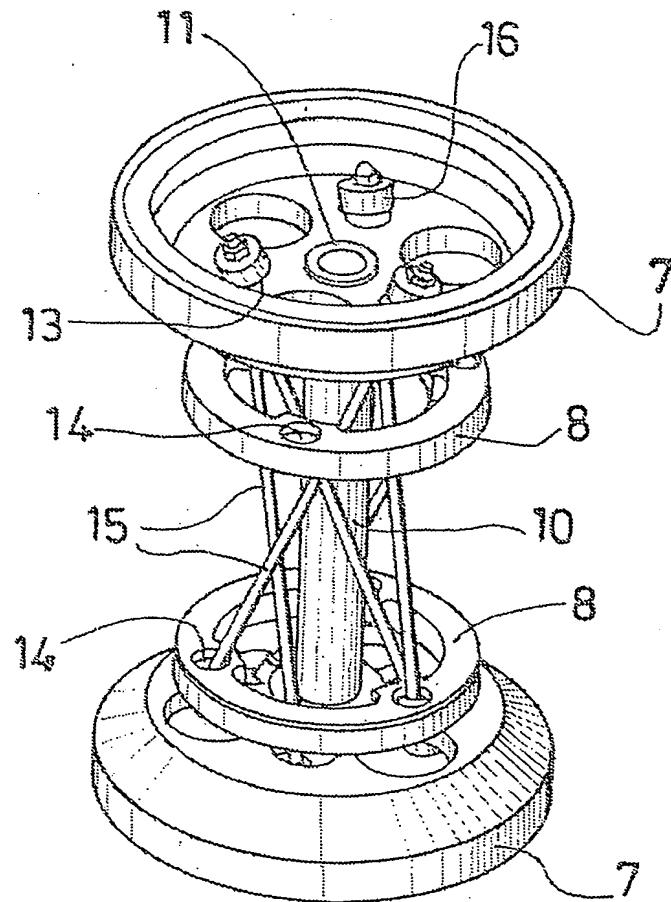


FIG.4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/050286

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F17C3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                               | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | DE 198 16 651 A (GMBH GES FUER INNOVATIVE<br>EN UN) 25 November 1999 (1999-11-25)<br>the whole document<br>----- | 1-10                  |
| A          | US 4 964 524 A (HALENE CLEMENS)<br>23 October 1990 (1990-10-23)<br>-----   |                       |
| A          | FR 2 813 378 A (RENAULT)<br>1 March 2002 (2002-03-01)<br>-----   |                       |
| A          | US 2001/019061 A1 (ETTLINGER ERICH)<br>6 September 2001 (2001-09-06)<br>-----                                    |                       |
| A          | US 5 263 604 A (METZ HERBERT)<br>23 November 1993 (1993-11-23)<br>-----  |                       |

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

25 October 2004

10/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicol, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050286

| Patent document cited in search report |    | Publication date |    | Patent family member(s) | Publication date |
|--|----|------------------|----|-------------------------|------------------|
| DE 19816651                            | A  | 25-11-1999       | DE | 19816651 A1             | 25-11-1999       |
| US 4964524                             | A  | 23-10-1990       | DE | 3741625 A1              | 15-06-1989       |
|  |    |                  | DE | 3863062 D1              | 04-07-1991       |
|  |    |                  | EP | 0319458 A2              | 07-06-1989       |
|  |    |                  | JP | 1188402 A               | 27-07-1989       |
|  |    |                  | JP | 2655182 B2              | 17-09-1997       |
| FR 2813378                             | A  | 01-03-2002       | FR | 2813378 A1              | 01-03-2002       |
|  |    |                  | EP | 1315932 A1              | 04-06-2003       |
|  |    |                  | WO | 0218836 A1              | 07-03-2002       |
| US 2001019061                          | A1 | 06-09-2001       | DE | 10008985 A1             | 30-08-2001       |
|  |    |                  | EP | 1128123 A1              | 29-08-2001       |
|  |    |                  | JP | 2001254894 A            | 21-09-2001       |
| US 5263604                             | A  | 23-11-1993       | DE | 4121762 C1              | 10-09-1992       |
|  |    |                  | DE | 59203664 D1             | 19-10-1995       |
|  |    |                  | EP | 0531632 A1              | 17-03-1993       |
|  |    |                  | ES | 2079740 T3              | 16-01-1996       |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050286

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 F17C3/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F17C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                   | no. des revendications visées |
|-----------|--|-------------------------------|
| A         | DE 198 16 651 A (GMBH GES FUER INNOVATIVE EN UN) 25 novembre 1999 (1999-11-25)<br>1e document en entier<br>----- | 1-10                          |
| A         | US 4 964 524 A (HALENE CLEMENS)<br>23 octobre 1990 (1990-10-23)<br>-----   |                               |
| A         | FR 2 813 378 A (RENAULT)<br>1 mars 2002 (2002-03-01)<br>-----  |                               |
| A         | US 2001/019061 A1 (ETTLINGER ERICH)<br>6 septembre 2001 (2001-09-06)<br>-----                                    |                               |
| A         | US 5 263 604 A (METZ HERBERT)<br>23 novembre 1993 (1993-11-23)<br>-----  |                               |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

<sup>a</sup> Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nicol, B

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs à [redacted] membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050286

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication |    | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) |            | Date de<br>publication |
|---|----|------------------------|----|---|------------|------------------------|
| DE 19816651                                     | A  | 25-11-1999             | DE | 19816651 A1                             |            | 25-11-1999             |
| US 4964524                                      | A  | 23-10-1990             | DE | 3741625 A1                              | 15-06-1989 |                        |
|   |    |                        | DE | 3863062 D1                              | 04-07-1991 |                        |
|   |    |                        | EP | 0319458 A2                              | 07-06-1989 |                        |
|   |    |                        | JP | 1188402 A                               | 27-07-1989 |                        |
|   |    |                        | JP | 2655182 B2                              | 17-09-1997 |                        |
| FR 2813378                                      | A  | 01-03-2002             | FR | 2813378 A1                              | 01-03-2002 |                        |
|   |    |                        | EP | 1315932 A1                              | 04-06-2003 |                        |
|   |    |                        | WO | 0218836 A1                              | 07-03-2002 |                        |
| US 2001019061                                   | A1 | 06-09-2001             | DE | 10008985 A1                             | 30-08-2001 |                        |
|   |    |                        | EP | 1128123 A1                              | 29-08-2001 |                        |
|   |    |                        | JP | 2001254894 A                            | 21-09-2001 |                        |
| US 5263604                                      | A  | 23-11-1993             | DE | 4121762 C1                              | 10-09-1992 |                        |
|   |    |                        | DE | 59203664 D1                             | 19-10-1995 |                        |
|   |    |                        | EP | 0531632 A1                              | 17-03-1993 |                        |
|   |    |                        | ES | 2079740 T3                              | 16-01-1996 |                        |